

Protosistemas funcionales por actividades cotidianas en la Región Metropolitana de Barcelona

Report de recerca N° 13

Diciembre 2012

Jorge Cerda Troncoso
jcerdatupc@gmail.com

1.- Introducció

Los autores Marmolejo y Roca (2009) plantean que la medición de las estructuras de los sistemas urbanos es una cuestión aún no resuelta, dado que necesita apoyarse en una definición y conceptualización de lo que es un centro o subcentro.

Las investigaciones económicas han avanzado en la definición del concepto de subcentro en base al análisis de la densidad, ya que en un escenario de libre mercado, la renta del suelo depende de la accesibilidad a los centros (subcentros) y la densidad depende de la renta del suelo, por lo que los picos de densidad son por lo tanto un indicador de centralidad.

Por otro lado, la postura de los geógrafos se ha basado principalmente en el análisis funcional, ya que las interacciones entre los sitios dependen de la forma en cómo los nodos y los centros (subcentros) se posicionan en la red territorial.

Lo anterior hace que se identifiquen claramente dos familias de identificación de estructuras: 1) las que están basadas en el análisis de la densidad, y 2) aquellas basadas en el análisis de los flujos.

El enfoque basado en el análisis de los flujos es una perspectiva más innovadora, aunque menos utilizada. Este enfoque parte de la hipótesis de que un subcentro, además de ser un punto denso en el espacio, es aquel capaz de estructurar, mediante relaciones funcionales, el territorio que le rodea, con independencia de que, adicionalmente, influya sobre su función de densidad.

Según Marmolejo y Roca (*op.cit*), mediante el análisis de la interacción que se genera entre los diferentes municipios, y en concreto mediante el índice o valor de interacción cuyas raíces se afincan en el trabajo de Coombes y Openshaw (1982), es posible encontrar aquellas áreas cohesionadas por relaciones funcionales más potentes

(protosistemas), de manera que el municipio con mayor masa crítica y densidad de este conjunto, es asimismo, el que posee las relaciones más intensas con el resto, es decir, un subcentro. Se trata, por tanto, de un proceso de delimitación de abajo hacia arriba, en dónde primero se establece el área de influencia, y en seguida, se detecta el punto que irradia dicha influencia (*i.e.* que atrae y emite proporcionalmente más flujos residencia-trabajo). Nótese que cuestión distinta es la identificación de las áreas de influencia de los centros o subcentros (*i.e.* *hinterlands*).

El procedimiento para construir áreas funcionales (Roca, 2011) comienza con el cálculo del valor de interacción, indicador que se calcula a partir de la matriz de interacciones residencia-trabajo en el territorio. De la matriz residencia-trabajo se obtienen, para cada zona, la población ocupada residente (POR) y los lugares de trabajo localizados (LTL).

El procedimiento para construir un protosistema funcional, parte del cálculo de la matriz de valores de interacción, a partir de la siguiente ecuación:

$$VI_{ij} = \frac{F_{ij}^2}{POR_i \cdot LTL_j} + \frac{F_{ji}^2}{POR_j \cdot LTL_i} \quad (\text{ec } 1)$$

donde i y j son las zonas de origen y de destino respectivamente, F_{ij} es el flujo de trabajadores entre las zonas i y j , POR_i es la población ocupada residente (suma por fila de la matriz), y LTL_j son los lugares de trabajo localizados (suma por columnas de la matriz). La matriz de valores de interacción es simétrica, ya que el valor de interacción entre i y j es igual que entre j e i . Esta particularidad de la matriz de interacción hace que se pierda, de cierta forma, la direccionalidad de las relaciones, pues se elimina la diferencia entre los valores absolutos de los flujos F_{ij} respecto del F_{ji} .

Analizando cada término de la fórmula se llega a la conclusión que el valor de interacción es la suma de dos probabilidades, cada una de ellas calculada en base a la probabilidad compuesta de salir de una zona y llegar a la otra, es decir, es la multiplicación de que un flujo salga desde i en dirección a j (F_{ij}/POR_i) multiplicada por la probabilidad de que un flujo que llega a j , venga desde i (F_{ij}/LTL_j).

A partir de la matriz de valores de interacción se generan los denominados protosistemas o sistemas funcionales locales. Para esto se asocian funcionalmente todas las zonas en virtud de su máximo valor de interacción, de manera que los protosistemas se terminan de constituir sólo cuando todas las zonas que lo componen tienen su máximo valor de interacción con otra zona del mismo protosistema, y además que el conjunto sea físicamente contiguo¹. Los protosistemas, así contruidos, se asocian a las "*piezas básicas en que se estructura el territorio*".

A partir de estas piezas básicas, se conforman *Sistemas Urbanos*, aplicando criterios de *autocontención* y de contigüidad. El criterio de autocontención aplicado se refiere a que el porcentaje de POR que se queda a trabaja en el protosistema sea igual o superior al 50%, así se entiende que sólo puede llamarse "ciudad" a aquellos sistemas urbanos capaces de retener al menos un 50% de la población ocupada residente (op. cit.).

¹ Restricción que ha variado dependiendo de las distintas aplicaciones reportadas en la literatura.

En el contexto de la funcionalidad de las actividades en la ciudad, resulta atractivo la aplicación del método antes descrito, para detectar sistemas funcionales pero diferenciados por actividad cotidiana de la población. Las aplicaciones del método basado en flujos han sido tradicionalmente a matrices de viaje residencia trabajo, con los municipios como unidades de análisis.

2.- Metodología

Dada la pertinencia del método funcional utilizado por Roca (2011), se aplicó el método de detección de protosistemas con base en el valor de interacción para la matriz de interacciones totales (considerando día laboral y no laboral), de las distintas actividades cotidianas de la población (trabajo, estudio, compras, actividades personales, actividades sociales, y de ocio-recreación).

Para esto se aplicó una adaptación del valor de interacción dado por la siguiente ecuación:

$$V_{ijk} = \frac{F_{ijk}^2}{O_{k_i} * D_{k_j}} + \frac{F_{jik}^2}{O_{k_j} * D_{k_i}} \quad (\text{ec } 2)$$

donde i y j son las zonas de origen y de destino respectivamente, F_{ijk} es el lujo de personas que acceden a la actividad k , en la zona j , desde la zona i . O_{k_i} es la cantidad de personas que salen desde la zona i , a desarrollar la actividad k . D_{k_j} es la cantidad de personas que llega a la zona j a desarrollar la actividad k .

En este caso también se genera una matriz simétrica de valores de interacción entre zonas. Como se mencionó en el punto anterior, el valor de interacción es una suma de probabilidades, que iguala las asimetrías funcionales (i a j , y j a i). Como tradicionalmente este indicador se ha aplicado a matrices residencia trabajo, la particularidad de generar relaciones bidireccionales se entiende en el sentido que dichas matrices no registran el retorno del trabajo (*commuting*).

A partir de la matriz de valores de interacción se generan los denominados protosistemas siguiente el procedimiento reportada anteriormente, en el sentido de asociar funcionalmente todas las zonas en virtud de su máximo valor de interacción, conformando los protosistemas sólo cuando todas las zonas que lo componen tienen su máximo valor de interacción con otra zona del mismo protosistema. El criterio de contigüidad de las zonas no se aplicó, en este caso, debido a que; 1) este criterio se cumple en la medida que la unidad de observación es de escala de municipio, es decir, que existe la posibilidad de autosatisfacción de sus necesidades al interior de la zona de análisis, lo que no se cumple considerando unidades espaciales menores (zonas de transporte), y 2) el criterio de contigüidad en unidades espaciales menores que el municipio, presenta una contradicción significativa con la diversidad de modos de transporte utilizados en la interacción.

Finalmente se obtuvieron los sistemas locales de funcionalidad total diaria de cada actividad, los que se sintetizaron para la RMB en función de; 1) el número de protosistemas y el promedio de zonas por protosistema, 2) la densidad media de los protosistemas en personas por hectárea, 3) el porcentaje de contigüidad de las zonas incluidas en cada protosistema la que se calcula en función del número de zonas que agrupa el protosistemas, y el número de estas zonas que son contiguas, así un 100% significa que todas las zonas del protosistema son contiguas, o mejor dicho, unidas

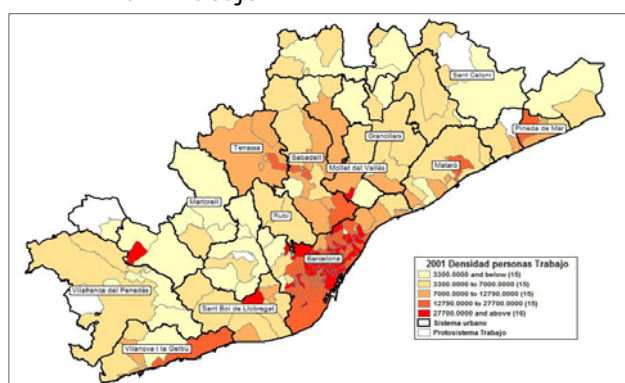
espacialmente, y 4) la distancia euclídea media entre los centroides de las zonas incluidas en el protosistema.

3.- Resultados

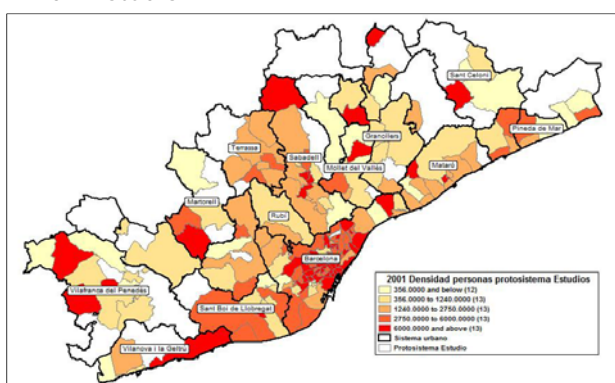
A continuación se presentan los protosistemas obtenidos por actividad, y la densidad media de cada uno de ellos, para el año 2001 en la Región Metropolitana de Barcelona.

Figura 1.- Densidad de persona por protosistema de actividades (horas/ha), RMB 2001

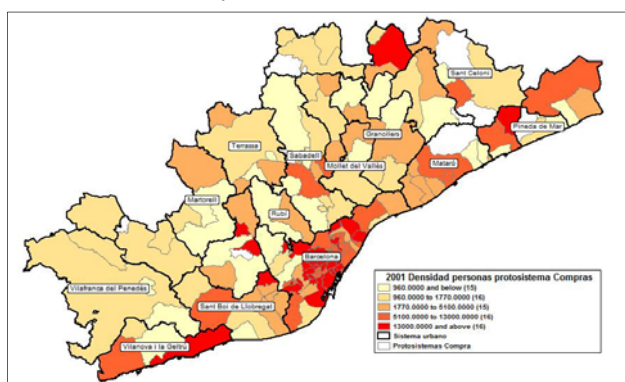
a.- Trabajo



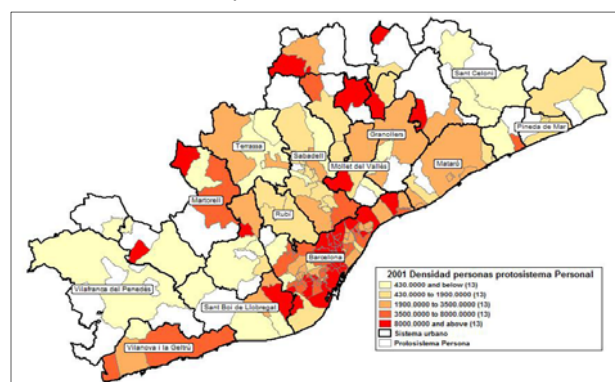
b.- Estudio



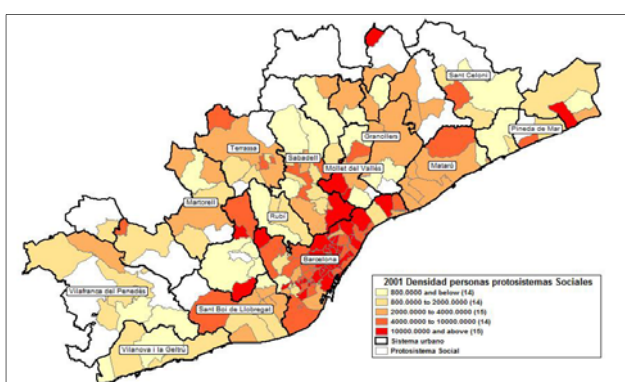
c.- Compras



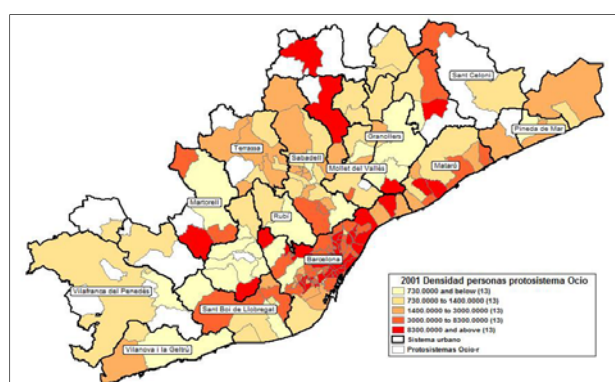
d.- Actividades personales



e.- Actividades sociales



f.- Actividades de Ocio-recreación



Fuente: elaboración propia

Los resultados de la figura 1 son coherentes con los presentado anteriormente, respecto de la densidad de personas por zona de transporte. Se reflejan las mismas zonas centrales de alta densidad. Lo que sí es relevante es la caracterización de los protosistemas obtenidos en cada caso.

Para las interacciones de acceso al trabajo, se detectaron 76 protosistemas, con un promedio de 3,7 zonas por protosistema. La densidad media es de 19.165 personas/ha, con un porcentaje de contigüidad de las zonas incluidas en cada protosistema de un 23%², lo que origina que la distancia media entre zonas del prosistema sea de 6,96 Km. Es decir, las áreas funcionales básicas del trabajo se componen por zonas disjuntas.

Para las interacciones de estudio se detectaron 64 protosistemas, con un promedio de 4,9 zonas por protosistema. La densidad media es de 4.293 personas/ha, con un porcentaje de contigüidad de las zonas incluidas en cada protosistema de un 21,4%, lo que origina que la distancia media entre zonas del protosistema sea de 10,9 Km.

Para las interacciones de compras se detectaron 78 protosistemas, con un promedio de 3,8 zonas por protosistema. La densidad media es de 6.938 personas/ha, con un porcentaje de contigüidad de las zonas incluidas en cada protosistema de un 61,6%, lo que origina que la distancia media entre zonas del protosistema sea de 4,9 Km.

Para las interacciones por actividades personales se detectaron 65 protosistemas, con un promedio de 4,4 zonas por protosistema. La densidad media es de 4.722 personas/ha, con un porcentaje de contigüidad de las zonas incluidas en cada protosistema de un 28,9%, lo que origina que la distancia media entre zonas del protosistema sea de 9,2 Km.

Para las interacciones por actividades sociales se detectaron 72 protosistemas, con un promedio de 4,5 zonas por protosistema. La densidad media es de 5.247 personas/ha, con un porcentaje de contigüidad de las zonas incluidas en cada protosistema de un 30,6%, lo que origina que la distancia media entre zonas del protosistema sea de 8,8 Km.

Finalmente, para las interacciones por actividades de ocio-recreación se detectaron 65 protosistemas, con un promedio de 4,8 zonas por protosistema. La densidad media es de 4.425 personas/ha, con un porcentaje de contigüidad de las zonas incluidas en cada protosistema de un 33,4%, lo que origina que la distancia media entre zonas del protosistema sea de 8,4 Km.

4.- Consideraciones finales

Los resultados obtenidos de la estructura espacial funcional son coherentes entre sí, en el sentido de mostrar que la actividad más concentrada en el espacio son las compras, en las que las interacciones son entre zonas contiguas, condicionadas por el modo de acceso predominante de caminata. Las actividades de trabajo y estudio presentan la mayor amplitud y discontinuidad espacial de funcionalidad, dado los modos de transporte predominantes. Las actividades personales, sociales, y de ocio-recreación presentan una situación intermedia, con baja contigüidad funcional. Llama la atención de los resultados obtenidos compras, lo significativamente alta de su

² Un 100% significa que todas las zonas del protosistema son contiguas, o mejor dicho, unidas espacialmente.

densidad media, a pesar de ser zonas mayoritariamente contiguas, y en menor número.

En general la aplicación del método de protosistemas se muestra muy sensible al tamaño de las zonas consideradas, y a los repartos modales de las interacciones. En la medida que las unidades espaciales de análisis son mayores, se pueden obtener resultados con mayor porcentaje de contigüidad en los protosistemas, ya que las interacciones menores se concentran en la intrazona, las que no participan en el procedimiento. Entonces, es lógico esperar que a unidades menores, mayor sea la discontinuidad del protosistema.

Agradecimientos

El trabajo reportado en este informe contó con la ayuda de Montserrat Moix en lo que respecta al cálculo de valores de interacción, y conformación de los protosistemas funcionales.

Referencias

MARMOLEJO, Carlos & ROCA, Josep (2009) Urban Structure and Polycentrism: Towards a Redefinition of the Sub-centre Concept. *Urban Studies* 46: 2841-2868.

COOMBES, Mike & OPENSHAW, Stan. (1982) The use and definition of travel-to-work areas in Great Britain: some comments. *Regional Studies*, nº 16, p. 141–149.

ROCA, Josep; ARELLANO, Blanca; MOIX, Montserrat (2011) Estructura urbana, policentrismo y sprawl: los ejemplos de Madrid y Barcelona. *Ciudad y territorio, estudios territoriales*, vol. XLIII, nº 168, p.299-321.